

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. Бекетова

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичної роботи з дисципліни

ГІДРОЛОГІЯ

*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки
6.040106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2016

Методичні вказівки до практичної роботи з дисципліни «Гідрологія» (для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 6.040106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Ю.Ю. Виставна, І.О. Рибалка. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 11 с.

Укладачі: канд. техн. наук Ю. Ю. Виставна
І. О. Рибалка

Рецензент канд. техн. наук, доц. Ю. Л. Коваленко

Рекомендовано кафедрою міських та регіональних екосистем,
протокол № 6 від 25.12.2015 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1 Основні визначення та поняття у системі водокористування.....	5
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2 Натурні обстеження водних об'єктів	5
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3 Фізико-хімічні властивості морських та річних вод	5
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4 Побудова гідрографу.....	7
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5 Кінематика водного потоку.....	8
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6 Методики вимірювання елементів водного потоку. Прилади для вимірювання елементів водного потоку	8
ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ.....	9
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА	10

ВСТУП

Курс «Гідрологія» входить у програму базової підготовки бакалаврів спеціальності 6.040106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування з метою формування необхідного для бакалаврів обсягу знань про гідросферу Землі. Раціональне використання водних ресурсів в умовах все більшого дефіциту води як у глобальному, так і в регіональному змісті вимагає від бакалавра значних знань про джерела водопостачання, їхні режими, коливання витрат води і горизонтів, а також про якість води в джерелах.

Особливо ці знання необхідні для фахівців гідрологів, які живуть і працюють в Україні, де багато районів не мають достатніх водних ресурсів і складання водних балансів міст та промислових підприємств є складним інженерним завданням. Так, для багатьох районів України власні водні джерела представлені малими і середніми річками, де коливання витрат води у водостоках у межень і повінь відрізняються в тисячі разів. На таких річках до 80% річного стоку проходиться у дуже стислий період весняної повені. Особливо сильні такі коливання витрат води для малих річок степової і лісостепової зони України. Наприклад, на річці Харків, що має площу водозбору 1240 км², витрати води у зимову або літню межені вимірюються десятками літрів, а витрати в часи весняної повені можуть складати сотні кубометрів, тобто коливання витрат води можуть досягати 10 000 разів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Основні визначення та поняття у системі водокористування

Мета: ознайомлення з основними поняттями та визначення.

Студенти ознайомлюються з головними визначеннями та поняттями, на основі яких здійснюється водокористування в Україні та інших державах.

Усі визначення та поняття інтерпретуються відповідно чинного Водного Кодексу України, який студент завантажують з офіційного сайту Верховної Ради України www.zakon.rada.gov.ua

Наприкінці заняття студенти повинні розрізняти поняття : штучна водойма, природна водойма, водосховище, ставок, водокористувач, стічні води, зворотні води, забруднююча речовина, забруднення, нормативи якості води, захисна смуга, шахтні води тощо.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Натурні обстеження водних об'єктів

Мета: ознайомлення студентів з водним режимом водотоків міст, міськими гідротехнічними спорудами та їх впливом на екосистему.

Студенти під керівництвом викладача проходять маршрут Харківський мост – річка Харків – Лопанська стрілка – річка Лопань – Гончарівська гребля.

Перед проведення заняття всі студенти повинні мати схему маршруту та пройти інструктаж керівника з поведінки на дорозі.

За результатами заняття студенти мають підготувати звіт, який включає наступне: схему маршруту з зазначенням головних річок міста та греблі, історія водокористування міста Харків та головні проблеми забруднення міських водотоків. Обсяг звіту до 10 друкованих аркушів формату А 4.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Фізико-хімічні властивості морських та річних вод

Мета: ознайомлення зі складом морських та річних вод.

Вихідні дані для складання основних властивостей морської води.

Відмінною особливістю Світового Океану є солоність його води. На підставі хімічного аналізу великої кількості проб води, відібраних в багатьох точках Світового Океану отримано середнє значення солоності води, яке дорівнює 35 г солей на літр води.

Усереднений склад цих солей наведено в таблиці 1.

З наведеної вище таблиці видно, що склад солей в океанській воді наступний: близько 89 % хлориди, близько 10 % сульфати і менше відсотка – карбонати . Цим океанічні води відрізняються від прісних вод річок та озер, де карбонати становлять величину, близьку 80 %, сульфати 13 %, а хлориди тільки 7 %.

Таблиця 1 – Сольовий склад Світового Океану

Солі	Грами	Відсотки
Хлористий натрій	27,213	77,558
Хлористий магній	3,707	10,878
Серчанокислий магній	1,658	4,737
Серчанокислий кальцій	2,260	3,600
Серчанокислий калій	0,862	2,465
Вуглекислий кальцій	0,123	0,345
Бромистий магній	0,076	0,217
Всього	35,000	99,800

Солоність морів відрізняється від солоності води океану тим, що залежить від їх фізико-географічних умов (температури, широти місцевості), ступеня відособленості від океану і від кількості прісної води, що надходить в океан в даному місці. Так, в Середземному і Червоному морях солоність води більше солоності Океану – 38 ‰ і 41 ‰ відповідно. Солоність в Чорному морі – 18,3 ‰, а Каспійському – 12,8 ‰. Одиницею виміру солоності морської води є проміле (одна тисячна частка будь-якої величини), яка показує, скільки частин солі припадає на 1000 вагових частин води. Проміле позначається ‰.

Слід також зазначити, що вода великих закритих морів відрізняється від води Океану. Так, вода Каспійського моря значно менш солоні, ніж вода океану, і в середньому становить величину, рівну 12,7 – 12,8 ‰. Ця величина в залежності від ділянок моря коливається від 13,2 ‰ у південно-східного берега моря до 1 – 2 ‰ у північно-західній частині.

Менше солоність Азовського моря, яка на південних ділянках досягає 11 ‰, а на північних 9 – 10 ‰. У близькості до гирла річок, солоність води в Азовському морі не перевищує 2 – 4 ‰. Це пояснюється тим, що складова балансу моря на 17,4 км куб. перевищує випаровування з поверхні моря. Ще менше солоність Балтійського моря 6 – 8 ‰. Зовсім інша картина в Мертвому морі, розташованому в Ізраїлі. Там середня солоність моря досягає величини 260 – 270 ‰, досягаючи в певні роки 310 ‰. У зв'язку з такою високою солоністю моря немає органічного життя (за винятком деяких видів бактерій).

Морська вода являє собою розчин електролітів, більш-менш дісоційованих на відповідні іони в залежності від природи солей. В таблиці 2 наведено приблизний склад морської води, тобто вміст іонів в одному кг води. Слід додати, що у воді є також розчинні неорганічні і органічні сполуки, розчинені гази, в тому числі кисень (кількість до 6 см куб. на літр), азот, вуглекислий газ. Вуглекислий газ, що міститься в атмосфері, розчиняється в морській воді, він з'єднується з водою з утворенням вугільної кислоти ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$), яка дисоціює на іони водню і бікарбонату.

Концентрація іонів водню (рН) має велике значення: якщо переважають іони водню H^+ , то вода має кислу реакцію, а якщо іони OH^- , то лужну.

Таблиця 2 – Головні іони природних вод

Назва елементу	Грами	Відсотки
Аніони (негативні іони)		
Хлор	18,980	55,04
Сульфати	2,649	7,68
Бром	0,005	0,19
Бікарбонати	0,140	0,41
Фтор	0,001	0,00
Борна кислота	0,026	0,07
Катіони (позитивні іони)		
Натрій	10,556	30,61
Магній	1,272	3,69
Кальцій	0,400	1,16
Стронцій	0,012	0,04
Всього	34,482	99,99

Відомо, що морська вода має лужну реакцію і її середнє значення рН дорівнює 8. Воно досягає 9 в прибережних водах, де у морських рослин активно протікає фотосинтез. Таким чином, рН являє собою важливий фактор, що впливає на розселення живих істот. Морські тварини дуже чутливі до змін рН і зменшення рН приблизно на 0,5 є для них катастрофою. Інший приклад, вапно не може осідати в морській воді при рН нижче 7. Тому вапняні скелети морських тварин не могли б формуватися. Геологічні дані свідчать про те, що нічого подібного ніколи не відбувалося. Ці дані доводять, що кількість вуглекислоти в атмосфері не змінилося і, по-друге, що рН океанів залишається на незмінному рівні протягом сотень млн. років.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Побудова гідрографу

Мета: навчитися будувати гідрограф водотоку

У зошитах, студенти під керівництвом викладача, повинні побудувати гідрографи річок:

Гідрограф №1 — Річка Уди 10 км вище Харкова;

Гідрограф №2 — річка Уди 7 км нижче Харкова;

Гідрограф № 3 — річка Уди 9 км нижче Харкова.

Таблиця 3 – Вихідні дані для побудови гідрографу

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q1	2,98	2,1	2,9	1,3	1,4	0,28	0,16	0,16	0,54	2,37	1,8	2,28
Q2	12,9	12,4	20,2	17,9	14,6	10,7	7,3	7,3	8,1	2,37	14,3	16,8
Q3	12,9	12,4	20,2	17,1	14,6	10,7	7,3	7,3	8,1	18,7	14,3	16,8

Визначити середню кількість витрат води для 1, 2 та 3 графіків.

На графіках визначити зимову межень, весняну повінь, літню межень, осінній паводок.

За результатами заняття студенти повинні розрізняти щорічні режими річок та типи живлення водотоків.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

Кінематика водного потоку

Мета: навчитися проводити основні гідрометричні розрахунки водотоку та визначення кінематики водного потоку.

Використовуючи рівняння нерозривності потоку, визначити:

1. Швидкість водного (v) та кількість витрат води (Q), якщо відомо, що русло трапециїдальної форми:

Ширина русла по дну, $b = 8$ м; коефіцієнт закладення відкосів, $m = 2$; глибина, $h = 4$ м; рівень ухилу, $i = 0,0002$; коефіцієнт шорсткості, $n_{ш} = 0,04$.

2. За методом підбору визначити глибину (h), швидкість водного потоку (v), площу живого перетину (w); гідравлічний радіус (R), змочений периметр (x), якщо відомо :

Витрати води водотоку, $Q = 23,3 \text{ м}^3 / \text{с}$; ширина русла, $b = B = 30$ м (русло прямокутне); коефіцієнт шорсткості, $n_{ш} = 0,04$; рівень ухилу, $i = 0,0005$.

За результатами заняття студенти повинні самостійно визначати основні гідрометричні та гідрологічні параметри русла та проводити їх розрахунок.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

Методики вимірювання елементів водного потоку. Прилади для вимірювання елементів водного потоку

Мета: ознайомлення з основними гідрологічними приладами

Студенти готують стислі доповіді (5 – 10 хвилин на кожну) про прилади, які обрано заздалегідь на їх особистий вибір.

Перелік приладів для вимірювання окремих елементів водних потоків:

1. Вимірювання рівнів води на водомірних постах:

1а. Рейки для вимірювання рівнів води;

1б. Люмінографи для вимірювання рівнів води;

1в. Льодомірні рейки.

2. Вимірювання глибин:

2а. Рейки для вимірювання глибин до 2-3 м;

2б. Ручні лоти;

2в. Ехолоти.

3. Вимірювання швидкостей водного потоку:

3а. Вимірювання швидкості поплавками;

3б. Вимірювання швидкості гідрометричними вертушками.

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ

Малими річками називаються річки з площею водозбору, менше 2000 км²;

Середніми річками – із площею водозбору від 2000 до 50 000 км²;

Великими річками – із площею водозбору більше 50 000 км².

Витрата води – це кількість води, що протікає у водотоці за одну секунду.

Межень – маловодні періоди в житті річки. Розрізняють зимову і літню межень.

Повінь – щорічно регулярно повторюваний багатоводний період у житті річки, що характеризується тривалим і високим підйомом води в річці і найбільшою водністю.

Паводок – на відміну від повені виникає нерегулярно і характеризується швидким і порівняно нетривалим підйомом рівня води в якому-небудь створі річки і майже таким же швидким спадом. Причинами паводків звичайно бувають рясні дощі чи інтенсивне короткочасне сніготанення в періоди зимових відлиг.

Стік – кількість води, що стікає з будь-якої ділянки суші (водозбору) за певний час (доба, місяць, рік і т.д.) і протікає в річці в розглянутому створі.

Регулювання річок – перерозподіл стоку річки в часі шляхом будівництва водосховищ і ставків, де відбувається накопичення води в багатоводний період з наступним використанням води в маловодні періоди.

Водосховище – штучна водойма з об'ємом води більше 1 млн. м³.

Ставок – штучна водойма з об'ємом води менше 1 млн. м³.

Добове регулювання – регулювання і перерозподіл стоку тільки протягом доби (покриття пікових потреб у воді протягом однієї доби за рахунок накопиченого об'єму води: наприклад, вночі, коли потреба у воді мінімальна).

Річне регулювання – регулювання з розподілом стоку протягом одного року.

Багаторічне регулювання – регулювання з перерозподілом стоку протягом ряду років з використанням води, накопиченої у водосховищі за багатоводні роки.

Мертвий об'єм – мінімальний об'єм водосховища чи ставка, необхідний для накопичення твердого стоку, підтримки задовільного санітарного стану, задоволення нормальних умов для існування риби, підтримки заданих мінімальних горизонтів та ін.

Нормальний підпірний горизонт – рівень води, при якому водоймище чи ставок гарантовано забезпечить покриття всіх потреб у воді.

Форсований підпірний горизонт – рівень води у водоймищі чи ставку при пропуску повені. Чим більше водоскидні отвори, тим нижче форсований горизонт і навпаки, при малих водоскидних отворах форсовані горизонти ростуть.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Авакян А. Б. Водохранилища / А. Б. Авакян, В. П. Салтанкин, В. А. Шарапов. – Москва : «Мысль», 1987. – 325 с.
2. Богословский Б. Б. Общая гидрология (гидрология суши) / Б. Б. Богословский, А. А. Самохин, К. Е. Иванов, Д. П. Соколов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. – 356 с.
3. Важнов А. Н. Гидрология рек / А. Н. Важнов. – Москва : Изд-во МГУ, 1976. – 239 с.
4. Водне господарство в Україні / За редакцією А. В. Яцик. – Київ : Генеза, 2000. – 455 с.
5. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Под ред. Н. Г. Галущенко. – Київ : Вища школа, 1987. – 248 с.
6. Голубев Г. Н. Гидрология ледников / Г. Н. Голубев. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1976. – 247 с.
7. Гопченко Є. Д. Гідрологічні розрахунки: підручник / Є. Д. Гопченко, Н. С. Лобода, В. А. Овчарук. – Одеса : ТЕС, 2014. – 484 с.
8. Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты / И. Ф. Горошков. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1979. – 432 с.
9. Давыдов Л. К. Общая гидрология / Л. К. Давыдов, А. А. Дмитриева, Н. Г. Конкина. – Ленинград : ГМИ, 1973. – 462 с.
10. Давыдов Л. К. Общая гідрологія / Л. К. Давыдов, А. П. Дмитриева, Н. Г. Конкина. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. – 462 с.
11. Долгушин Л. Д. Ледники / Л. Д. Долгушин, Г. Б. Осипова. – Москва : Мысль, 1989. – 447 с.
12. Егоров Н. И. Физическая океанография / Н. И. Егоров. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1974. – 455 с.
13. Кузин П. С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР / П. С. Кузин. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1960. – 455 с.
14. Литовченко А. Ф. Гидрология и гидрометрия: практикум / А. Ф. Литовченко, В. Г. Сорокин. – Київ : Вища школа, 1987. – 167 с.
15. Львович М. И. Вода и жизнь / М. И. Львович. – Москва : «Мысль», 1986. – 254 с.
16. Макавеев Н. И. Русловые процессы / Н. И. Макавеев, Р. С. Чалов. – Москва : Изд-во МГУ, 1986. – 264 с.
17. Малі річки України: довідник / За ред. А. В. Яцика. – Київ : Урожай, 1991. – 294 с.
18. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
19. Михайлов В. Н. Гидрология устьев рек / В. Н. Михайлов. – Москва : Изд-во МГУ, 1998. – 176 с.
20. Михайлов В. Н. Общая гидрология / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский. – Москва : «Высшая школа», 1991. – 368 с.
21. Олиферов А. Н. Водные ресурсы континентов / А. Н. Олиферов, В. Н. Дублянский. – Київ : УМК ВО, 1988. – 47 с.
22. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б. И. Стрельца. – Київ : Урожай, 1987. – 302 с.
23. Суховей В. Ф. Моря Мирового океана / В. Ф. Суховей. – Ленинград : ГМИ, 1986. – 288 с.
24. Экология города: учебник / [Бежавський Г. А., Бекетов В. Є., Борисова О. Б. и др.]; под ред. Ф. В. Стольберга. – Київ : Либра, 2000. – 464 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичної роботи з дисципліни

ГІДРОЛОГІЯ

*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напрямку підготовки
6.040106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування)*

Укладачі: **ВИСТАВНА** Юлія Юріївна
РИБАЛКА Інна Олександрівна

Відповідальний за випуск *Ю. І. Вергелес*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2015, поз. 74 М

Підп. до друку 25.01.2015
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60×84 / 16
Ум. друк. арк. 0,7
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 03.08.2014 р.